

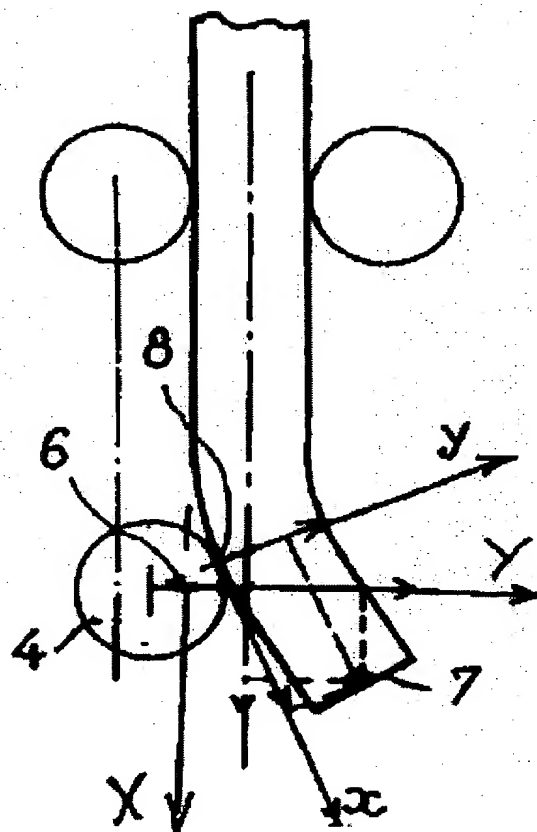
Method and device for controlling an operation of bending long metallurgical products

Patent number: FR2678853
Publication date: 1993-01-15
Inventor: LAURENT LORICH; DIDIER ETIENNE
Applicant: LORRAINE LAMINAGE (FR)
Classification:
- **international:** B21D7/08; B21D43/28
- **european:** B21D7/12
Application number: FR19910008618 19910709
Priority number(s): FR19910008618 19910709

Abstract of FR2678853

The invention relates to a method for controlling an operation of bending a long metallurgical product (3), such as a section, in a bending machine, characterised in that it includes the following operating steps:

- the path described by a characteristic point (7) of a length of the product to be bent is determined, in real time, during the bending operation;
- this real path is compared with a theoretical reference (set) path and the possible difference between these two paths is determined; and
- the parameters for adjusting the bending machine are varied as a function of the said difference so as to make an adjustment to the position of the said characteristic point (7).



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 678 853

(21) N° d'enregistrement national : 91 08618

(51) Int Cl⁵ : B 21 D 7/08, 43/28

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 09.07.91.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.01.93 Bulletin 93/02.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite: SOLLAC — FR.

(72) Inventeur(s) : Lorch Laurent et Etienne Didier.

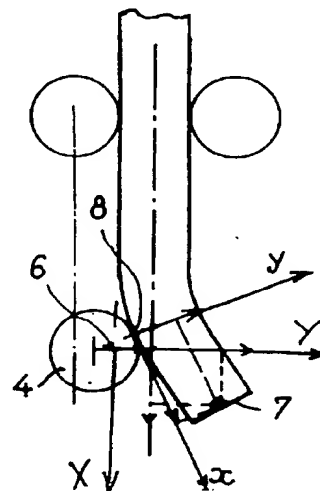
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix.

(54) Procédé et dispositif de commande d'une opération de cintrage de produits métallurgiques longs.

(57) L'invention concerne un procédé de commande d'une opération de cintrage d'un produit métallurgique long (3), tel qu'un profilé, dans une cintreuse, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes opératoires suivantes:

- on détermine, en temps réel, au cours de l'opération de cintrage la trajectoire décrite par un point caractéristique (7) du tronçon du produit à cintrer;
- on compare cette trajectoire réelle à une trajectoire de consigne théorique et on détermine l'écart éventuel entre ces deux trajectoires; et
- on agit sur les paramètres de réglage de la cintreuse en fonction dudit écart afin de réaliser une régulation de la position dudit point caractéristique (7).



FR 2 678 853 - A1



La présente invention concerne l'opération de cintrage de produits métallurgiques longs tels que des profilés, des tubes, des barres, des fils, etc...

5 Cette opération de cintrage consiste à donner un profil déterminé à un tronçon du produit long lors de son passage dans une cintreuse. Il est souhaitable de pouvoir contrôler de manière précise si le profil obtenu correspond bien au profil désiré, c'est-à-dire de réaliser une régulation de l'opération de cintrage.

10 Il n'existe pas actuellement de procédé général de régulation d'une cintreuse permettant de réguler le fonctionnement de la cintreuse quel que soit le produit qui doit être cintré. En effet, les procédés de cintrage dépendent des caractéristiques géométriques et mécaniques
15 du produit long qui doit être cintré.

La présente invention se propose donc de fournir un procédé et un dispositif pour sa mise en oeuvre qui permettent de réaliser une régulation de l'opération de cintrage afin d'obtenir une forme prédéterminée qui
20 soient indépendants des caractéristiques géométriques et mécaniques du produit long à cintrer, qui puissent permettre facilement de réaliser un cintrage suivant deux directions et qui puissent s'adapter à tout type de cintreuse à galets.

25 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de commande d'une opération de cintrage d'un produit métallurgique long, tel qu'un profilé, dans une cintreuse, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes opératoires suivantes :

- 30 - on détermine, en temps réel, au cours de l'opération de cintrage, la trajectoire décrite par un point caractéristique du tronçon du produit à cintrer ;
- on compare cette trajectoire réelle à une trajectoire de consigne théorique et on détermine l'écart
35 éventuel entre ces deux trajectoires ; et

- on agit sur les paramètres de réglage de la cintreuse en fonction dudit écart afin de réaliser une régulation de la position dudit point caractéristique.

5 Ce procédé peut être mis en oeuvre quelles que soient la forme et les dimensions du produit à cintrer ; ce procédé est totalement indépendant du retour élastique intrinsèque du produit à cintrer.

10 Avantageusement, le point caractéristique précité est voisin de l'extrémité avant du tronçon du produit à cintrer.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, la trajectoire réelle du point caractéristique est déterminée selon une opération d'échantillonnage définissant des positions successives et l'étape de régulation de position est réalisée pour chaque pas d'échantillonnage. Il en résulte que la précision est directement reliée à la valeur du pas d'échantillonnage et on peut facilement obtenir une précision correspondant aux limites déterminées par les inerties des mécanismes de réglage de la cintreuse.

20 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, la trajectoire de consigne est déterminée en définissant, tout d'abord, la forme à obtenir par un système d'au moins une équation représentative d'une partie de la courbe à obtenir et en calculant, ensuite, à partir de ce système d'équation les coordonnées des positions successives du point caractéristique par rapport à un repère mobile lié au tronçon du produit subissant l'opération de cintrage.

30 De cette manière, il est facile de calculer la trajectoire de consigne à partir des caractéristiques de forme désirée pour le tronçon à cintrer.

35 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, ledit repère mobile est un repère orthonormé dont l'origine est constituée par le point de contact du

tronçon du produit avec un des galets formeurs et un des axes de coordonnées est constitué par la tangente audit galet formeur en ce point de contact, la position réelle du point caractéristique est calculée tout d'abord par rapport à un repère orthonormé fixe par rapport à la cintrreuse et ensuite, les coordonnées dans ce repère fixe sont converties en coordonnées par rapport audit repère mobile. L'utilisation d'un repère fixe facilite les calculs des coordonnées réelles du point caractéristique du tronçon, la comparaison entre les deux trajectoires réelle et de consigne s'effectuant en utilisant les coordonnées par rapport au repère mobile lié au tronçon à cintrer.

Avantageusement, l'origine du repère orthonormé fixe est constituée par le point de contact du tronçon du produit avec un galet formeur lorsque ledit tronçon de produit se trouve en position initiale et que ledit galet est en position de repos, et un des axes de coordonnées est parallèle à la direction de déplacement du tronçon dans la cintrreuse.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé précité, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une balise émettrice disposée au point caractéristique du tronçon du produit à cintrer ;
- un détecteur de position de ladite balise ;
- une première unité de calcul recevant le signal de position de ladite balise et fournissant des coordonnées de position réelle ;
- une mémoire dans laquelle est mémorisée une information concernant la trajectoire de consigne ;
- un comparateur recevant les coordonnées de position réelle et une information provenant de ladite mémoire ; et

- un circuit électronique recevant le signal de sortie dudit comparateur et élaborant des signaux de commande pour ladite cintreuse.

5 Ce dispositif comporte en outre un détecteur de la position du point de contact du tronçon du produit à cintrer avec un galet formeur, le signal fourni par ledit détecteur étant envoyé à l'unité de calcul.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, le détecteur de la position de la balise est constitué par un appareil de poursuite de la balise émettrice et fournissant des signaux représentatifs de site et d'azimuth.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, ledit appareil de poursuite fournit également une information représentative de la distance de la balise par rapport à sa position initiale.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, ladite balise émettrice émet un rayonnement lumineux infrarouge et le détecteur de position est un détecteur optique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation de l'invention, en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

25 - la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une cintreuse ;

- la figure 2 est un schéma explicatif montrant le tronçon du produit à cintrer dans sa position initiale juste avant le début de l'opération de cintrage ;

30 - la figure 3 montre le tronçon de tube à cintrer pendant le début de l'opération de cintrage ;

- la figure 4 illustre la position du tronçon du produit au cours de l'opération de cintrage ;

- la figure 5 est un graphique montrant la relation entre la forme du profilé et la trajectoire de consigne ; et

- la figure 6 est un schéma synoptique décrivant le fonctionnement du dispositif selon l'invention.

La figure 1 représente schématiquement en vue de dessus une cintrreuse à galets 1 de type classique ; elle comporte trois paires de galets d'entraînement et de guidage 2 entre lesquels défile un tronçon du produit non à cintrer 3 ; la cintrreuse 1 comporte deux galets formeurs 4 disposés symétriquement l'un par rapport à l'autre par rapport à l'axe du tronçon 3. Ces deux galets formeurs 4 travaillent alternativement l'un et l'autre et peuvent se déplacer à cet effet en translation perpendiculairement à l'axe du tronçon 3.

La figure 2 représente le tronçon 3 dans sa position initiale juste avant le début de l'opération de cintrage. La première opération de cintrage sera réalisée par le galet formeur 4 de gauche qui se trouve en contact avec l'extrémité avant 5 du tronçon 3 en un point 6.

Une balise émettrice 7 est disposée sur le tronçon 3 à son extrémité avant. Cette balise émettrice peut par exemple émettre un rayonnement lumineux dans l'infrarouge.

Sur la figure 3, on voit le tronçon 3 au début de l'opération de cintrage. Le galet formeur de gauche a été déplacé vers la droite pour obtenir une déformation plastique du produit et il en résulte que la balise 7 est déplacée à la fois axialement et transversalement par rapport à la direction de circulation du tronçon 3. Le galet formeur de gauche 4 est en contact au point 8 avec le tronçon 3 et on constate que ce point de contact est à une position différente du point de contact 6 de la position initiale représentée à la figure 2.

Conformément à l'invention, on définit deux repères orthonormés. Le premier est fixe et lié à la cintreuse ; son origine est constituée par le point de contact 6 du tronçon 3 avec le galet formeur 4 dans la position initiale (figure 2), son axe des abscisses $X'X$ est parallèle à la direction de déplacement du tronçon 3 et son axe des ordonnées $Y'Y$ est disposé transversalement par rapport au tronçon 3.

Le deuxième repère orthonormé est mobile et il est lié à l'un des galets formeurs 4, le galet de gauche par exemple. L'origine de ce repère orthonormé mobile est le point de contact du galet formeur 4 avec le tronçon 3, à savoir le point 6 sur la figure 2 et le point 8 sur la figure 3. L'axe des abscisses $x'x$ de ce deuxième repère orthonormé mobile est constitué par la tangente au galet 4 au point de contact 6 respectivement 8 et son axe des ordonnées $Y'Y$ lui est perpendiculaire.

La position du point de contact du galet formeur de gauche 4 c'est-à-dire l'origine du repère orthonormé mobile, est repéré au moyen d'un détecteur vidéo. Par ailleurs, on prévoit également un détecteur de position de la balise émettrice 7 qui est portée par l'extrémité du tronçon 3, de manière à déterminer la trajectoire suivie par l'extrémité avant du tronçon 3 pendant l'opération de cintrage. Le détecteur de position de la balise 7 est avantageusement constitué par un appareil optique réalisant une opération de poursuite de la balise 7 et fournissant des signaux représentatifs de la position instantanée de la balise, à savoir des signaux de site, d'azimuth et de distance par rapport à la position initiale de la balise représentée à la figure 2. Un dispositif de calcul convertit ces informations de position en coordonnées par rapport au repère orthonormé fixe précité X,Y .

Un autre dispositif de calcul, qui reçoit à la fois ces valeurs de coordonnées X, Y par rapport au repère fixe et des informations représentatives de la position instantanée du point de contact du galet formeur 4 avec le tronçon 3, effectue une transformation de ces coordonnées X et Y en des coordonnées x et y par rapport au repère orthonormé mobile précité. Ceci est illustré en particulier sur la figure 4 qui représente le tronçon 3 dans une phase ultérieure de l'opération de cintrage.

La position de la balise émettrice 7 est déterminée selon une opération d'échantillonnage dont la fréquence est liée à la vitesse de défilement, qui est constante, du tronçon 3 dans la cintruse. A chaque pas d'échantillonnage, la position de la balise 7 est détectée, tout d'abord sous la forme de coordonnées polaires de site, d'azimuth et de distance puis sous la forme de la position d'un point dans les repères orthonormés fixe X et Y et mobile x, y .

A chaque pas d'échantillonnage, la position de la balise est comparée avec une position théorique de consigne qui est fournie par une mémoire électronique.

Le trajet de consigne du procédé selon l'invention est obtenu de la manière suivante :

- on exprime tout d'abord la forme désirée dans l'opération de cintrage sous forme d'équations qui sont chacune représentatives d'une partie de la courbe du profil à obtenir. Ce système d'équations est ensuite traité de manière à déterminer les coordonnées des positions successives de la balise 7, toujours à la fréquence d'échantillonnage, pendant l'opération de cintrage, par rapport au repère orthonormé x, y mobile lié au tronçon.

La figure 5 représente à titre d'exemple un diagramme dans lequel la courbe du bas correspond à la forme désirée pour le profilé après l'opération de

cintrage et la courbe du haut à la trajectoire correspondante que doit suivre l'extrémité du tronçon profilé lors de l'opération de cintrage. Cette dernière courbe de trajectoire est définie par rapport au repère orthonormé x, y mobile précité.

La figure 6 représente de manière synoptique un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit. Il comporte essentiellement une unité de traitement 21, un ensemble de détecteur infrarouge et de
10 calculateur 22, un ensemble vidéo avec calculateur 23 et un dispositif de calcul 24.

L'unité de traitement 21 comporte un premier élément de calcul 31 qui détermine les équations représentatives de la forme à cintrer. Ces équations sont
15 envoyées à un deuxième élément de calcul 32 qui détermine une succession de positions du point caractéristique en fonction de ces équations de manière à définir une trajectoire de consigne. Cet élément 32 comporte une mémoire électronique 33 qui constitue un fichier des
20 valeurs de consigne des différentes positions successives de la trajectoire théorique.

Les différentes valeurs des coordonnées des positions théoriques contenues dans le fichier de consigne 33 sont envoyées à un comparateur 34 qui reçoit, par
25 intermédiaire d'un système d'acquisition de données 35, les coordonnées dans le repère mobile précité de la position réelle de la balise 7. Ce comparateur 34 engendre une valeur d'écart entre la position de consigne et la position réelle qui est envoyée à un élément 36 qui
30 réalise une fonction de transfert de manière à fournir des valeurs de réglage à un dispositif de réglage 37 des caractéristiques de la cintrreuse.

L'ensemble 22 composé d'un détecteur infrarouge et d'un calculateur comporte un premier élément 38 qui
35 comprend un appareil optique de poursuite de la balise 7

et fournit des coordonnées polaires en site et azimuth à un élément de calcul 39 qui transforme ces coordonnées polaires en coordonnées X,Y dans le repère orthonormé fixe.

5 Un ensemble de système vidéo et de calculateur 23 détecte la position du point de contact 8 du galet formeur de gauche avec le tronçon à cintrer et il détermine pour chaque position, une matrice de passage des coordonnées dans le repère orthonormé fixe X,Y en coordonnées dans le repère mobile x,y . Cette matrice de
10 calcul est envoyée à l'élément de calcul 24 qui reçoit par ailleurs les coordonnées X,Y par rapport au repère fixe et qui fournit les coordonnées x,y de la position réelle de la balise dans le repère orthonormé mobile.

15 Les signaux de réglage de la cintrreuse fournis par l'élément 37 sont envoyés sur un circuit 41 de l'unité de traitement 21 qui fournit au système s'aquisition de données 35 les informations représentatives du déplacement du galet formeur et du tronçon à cintrer. Ce
20 système d'aquisition de données 35 reçoit par ailleurs les coordonnées x,y de la position réelle de la balise par rapport au repère orthonormé mobile et il fournit au comparateur 34 des signaux représentatifs de la position réelle de la balise qui sont comparés avec les positions
25 de consigne fournies par le fichier 33.

Les instants d'échantillonnage sont déterminés par le système d'aquisition de données en fonction des informations concernant le déplacement du tronçon à cintrer qui sont fournies par l'élément 41.

30 On voit que l'invention permet de réaliser une régulation d'une opération de cintrage de manière simple et indépendante des caractéristiques du produit long qui doit être cintré.

De plus, les différents éléments du dispositif
35 selon l'invention, peuvent être fixés sur la cintrreuse à

l'extérieur de la zone de travail, si bien que l'invention permet d'équiper une cintreuse à galets quelconque avec un dispositif de commande de l'opération de cintrage selon l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande d'une opération de cintrage d'un produit métallurgique long (3), tel qu'un profilé, dans une cintreuse (1), caractérisé en ce qu'il
5 comporte les étapes opératoires suivantes :

- on détermine, en temps réel, au cours de l'opération de cintrage la trajectoire décrite par un point caractéristique (7) du tronçon (3) du produit à cintrer ;
- 10 - on compare cette trajectoire réelle à une trajectoire de consigne théorique et on détermine l'écart éventuel entre ces deux trajectoires ; et
- on agit sur les paramètres de réglage de la cintreuse (1) en fonction dudit écart afin de réaliser
15 une régulation de la position dudit point caractéristique (7).

2. Procédé de commande d'une opération de cintrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le point caractéristique (7) est voisin de l'extrémité avant
20 (5) du tronçon (3) du produit à cintrer.

3. Procédé de commande d'une opération de cintrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trajectoire réelle du point caractéristique (7) est déterminée selon une opération d'échantillonnage définissant des positions successives et en ce que l'étape de
25 régulation de position est réalisée pour chaque pas d'échantillonnage.

4. Procédé de commande d'une opération de cintrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
30 trajectoire de consigne est déterminée en définissant, tout d'abord, la forme à obtenir par un système d'au moins une équation représentative d'une partie de la courbe à obtenir et en calculant, ensuite, à partir de ce système d'équation les coordonnées (x,y) des positions
35 successives du point caractéristique (7) par rapport à un

repère mobile lié au tronçon du produit subissant l'opération de cintrage.

5 5. Procédé de commande d'une opération de cintrage selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit repère mobile (x,y) est un repère orthonormé dont l'origine est constituée par le point de contact (8) du tronçon du produit avec un des galets formeurs (4) et un des axes de coordonnées est constitué par la tangente audit galet formeur (4) en ce point de contact (8), en ce
10 que la position réelle du point caractéristique est calculée tout d'abord par rapport à un repère orthonomé fixe (X,Y) par rapport à la cintreuse (1) et en ce qu'ensuite, les coordonnées dans ce repère fixe sont converties en coordonnées par rapport audit repère
15 mobile.

6. Procédé de commande d'une opération de cintrage selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'origine du repère orthonomé fixe est constituée par le point de contact (6) du tronçon (3) du produit avec un
20 galet formeur lorsque ledit tronçon (3) du produit se trouve en position initiale et que ledit galet (4) est en position de repos et l'un des axes de coordonnées est parallèle à la direction de déplacement du tronçon (3) dans la cintreuse 1.

25 7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une balise émettrice (7) disposée au point caractéristique du tronçon du produit à cintrer ;
- 30 - un détecteur de position (38) de ladite balise;
- une première unité de calcul (39) recevant le signal de position de ladite balise et fournissant des coordonnées de position réelle ;
- une mémoire (33) dans laquelle est mémorisée
35 une information concernant la trajectoire de consigne ;

- un comparateur (34) recevant les coordonnées de position réelle et une information provenant de ladite mémoire ; et

5 - un circuit électronique (36,37) recevant le signal de sortie dudit comparateur et élaborant des signaux de commande pour ladite cintreuse.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un détecteur (23) de la position du point de contact (8) du tronçon (3) du produit à cintrer avec un galet formeur (4), le signal
10 fourni par ledit détecteur étant envoyé à une deuxième unité de calcul (24).

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le détecteur de position (38) est constitué par un appareil de poursuite de la balise émettrice
15 fournissant des signaux représentatifs de site et d'azimuth.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit appareil de poursuite (38) fournit
20 également une information représentative de la distance de la balise par rapport à sa position initiale.

11. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite balise émettrice (7) émet un rayonnement lumineux infrarouge et en ce que le détecteur
25 de position (38) est un détecteur optique.

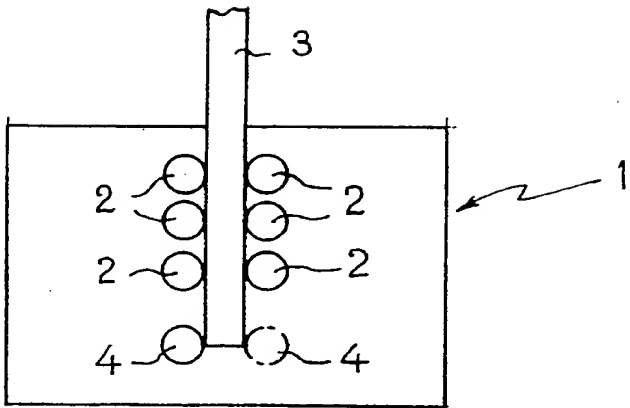


FIG. 1

FIG. 2

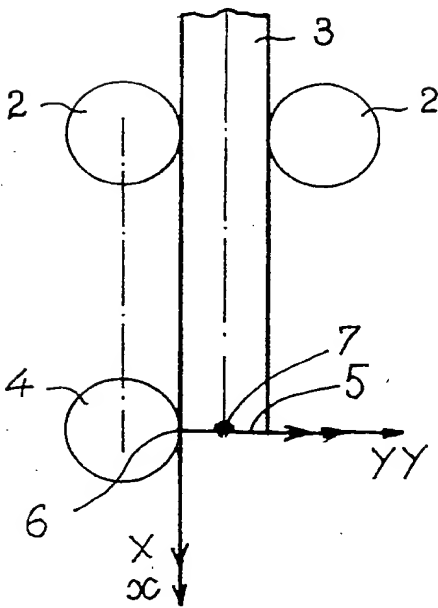
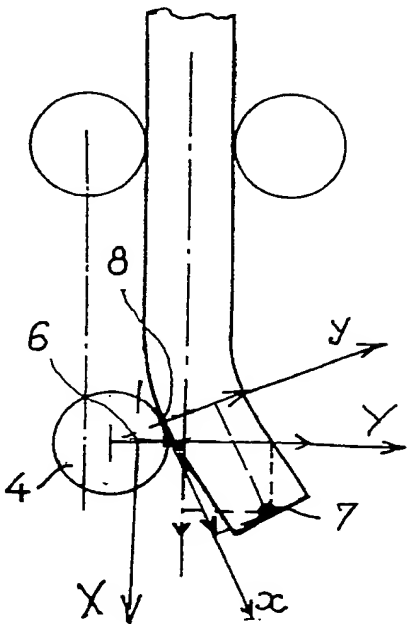
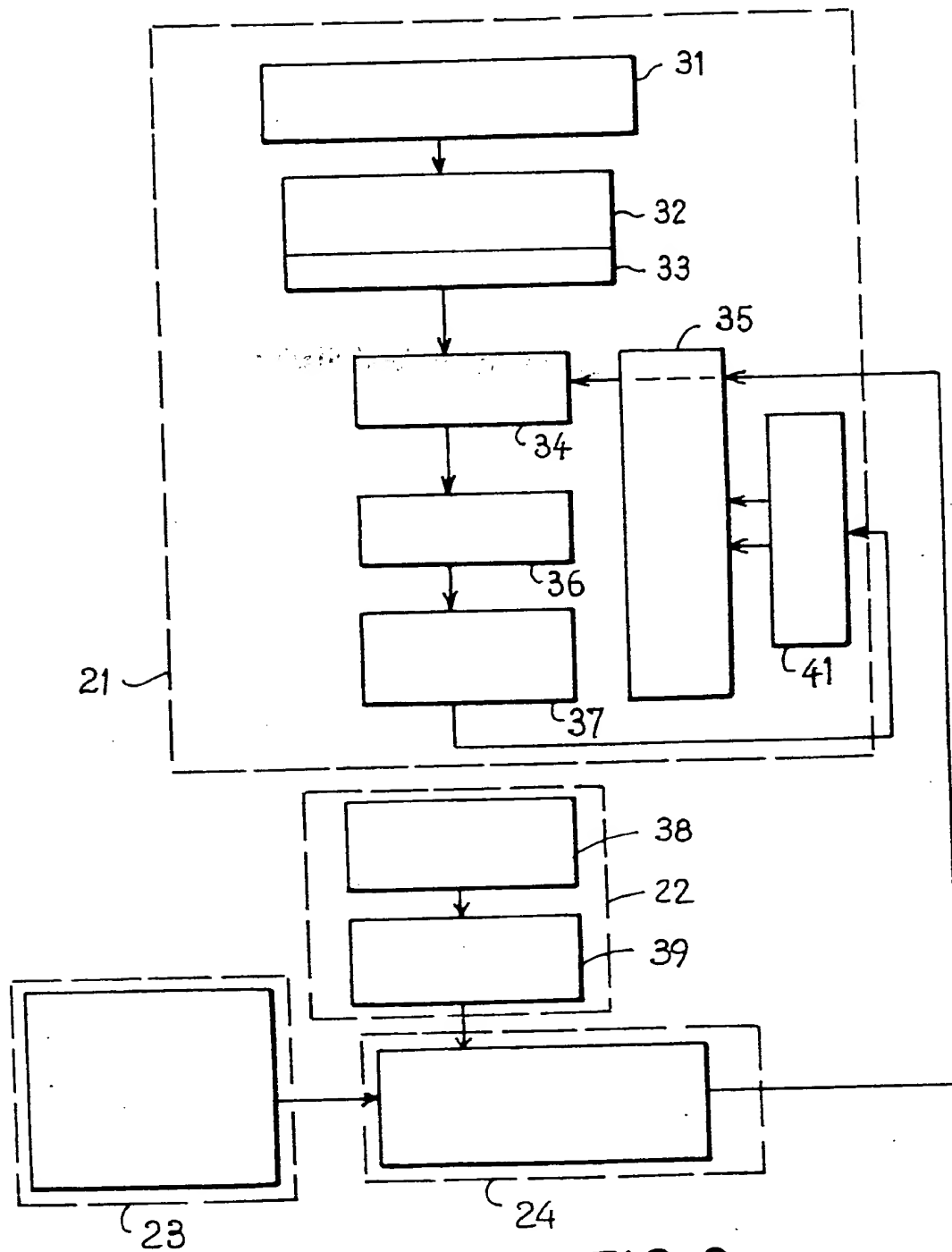


FIG. 3



3/3

FIG. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9108618
FA 459945

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EDITED BY M. MANSOUR AND W. SCHAUFELBERGER 'numerically controlled bending of metal beams' 1974, SPRINGER-VERLAG, BERLIN, HEIDELBERG, NEW YORK * page 87 - page 98 * ---	1-4, 7, 8
X	GB-A-2 021 455 (BEB KOMBINAT SCHIFFBAU) * revendications 1-17; figure 1 * ---	1-4, 7, 8
X	US-A-3 906 765 (THE BOEING COMPANY) * le document en entier * ---	1
A	EP-A-0 157 537 (AE PLC) ---	
A	DE-A-4 015 117 (NISSIN SEIKI) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 5)
		B21D
Date d'achèvement de la recherche 23 MARS 1992		Examinateur PEETERS L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

2
EPO FORM 1503 (3.12.90) (P0417)

THIS PAGE BLANK (USPTO)